
BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Saat ini salah satu bidang yang semakin hari semakin diperhatikan dan terus dikembangkan di negara Indonesia adalah bidang industri, terutama industri yang berkaitan dengan industri kimia. Hal ini dikarenakan negara kita masih banyak mengandalkan impor bahan-bahan kimia dari negara-negara lain dan masih kurangnya pemanfaatan maupun pengolahan hasil alam secara maksimal, sehingga dengan adanya pertumbuhan di bidang kimia ini diharapkan dapat menekan biaya-biaya produksi di dalam negeri. Untuk jangka panjang diharapkan kebutuhan akan bahan-bahan kimia tersebut dapat memenuhi kebutuhan di dalam negeri maupun dapat menjadi komoditi ekspor sehingga dapat menghasilkan pendapatan dan devisa negara.

Salah satu bahan kimia yang masih mengimpor dari negara lain adalah produk *aromatic compound* seperti mononitrotoluena (MNT). MNT merupakan salah satu bahan yang sangat penting dalam industri saat ini dan dirasa mempunyai prospek cerah. Selama ini untuk memenuhi MNT di Indonesia dilakukan dengan mengimpor dari Amerika Serikat, Inggris, dan Jerman. Hal tersebut tidak hanya menuntut pemerintah untuk mengembangkan industri hanya pada migas tetapi juga sebagai pertimbangan untuk mengembangkan industri-industri tersebut.

Pendirian pabrik MNT di Indonesia dapat diwujudkan karena didukung oleh beberapa hal, yaitu:

- a. Dapat memberikan lapangan pekerjaan karena banyak menyerap tenaga kerja.

- b. Memacu tumbuhnya industri baru terutama industri yang menggunakan bahan baku MNT.
- c. Pabrik-pabrik industri kimia seperti industri pembuatan zat warna sintetik, dan busa *polyurethane* semakin berkembang memungkinkan kebutuhan akan mononitrotoluena semakin meningkat.

1.2 KAPASITAS PERANCANGAN

Penentuan kapasitas produksi MNT didasarkan pada beberapa pertimbangan antara lain:

1.2.1 Ketersediaan bahan baku

Bahan baku toluena, asam nitrat, dan asam sulfat telah banyak diproduksi di Indonesia, sehingga kelangsungan bahan baku dan tingkat permintaan MNT yang cukup besar, maka sangat prospektif bila didirikan pabrik MNT di Indonesia.

1.2.2 Kebutuhan MNT dalam negeri

Direncanakan pabrik MNT didirikan pada tahun 2015. Dalam pemilihan kapasitas pabrik MNT ada beberapa pertimbangan yaitu:

- Kebutuhan MNT dalam negeri.
- Kapasitas pabrik MNT yang sudah berdiri di seluruh dunia.

1.2.2.1 Prediksi kebutuhan dalam negeri

Tabel 1.1. Data Impor MNT

Tahun	Kebutuhan Impor (kg)
2001	81.075
2002	95.761
2003	3.212.344
2004	207.208
2005	173.987
2006	892.322
2007	899.355
2008	986.643
2009	1.913.544

(BPS, 2009)

Dari data impor MNT di Indonesia pada setiap tahun di atas maka didapatkan kebutuhan impor rata-rata tiap tahunnya adalah 940.248 kg/tahun.

1.2.2.2 Kapasitas pabrik MNT di luar negeri

Menurut data dari [ecb.jrc.ec.europa](http://ecb.jrc.ec.europa.eu) pada tahun 1993 pabrik di Amerika Serikat memproduksi MNT sebesar 26.000 ton/tahun. Sedangkan di Jerman dalam kurun waktu 1993-1999 memproduksi MNT kurang lebih sekitar 10.000-50.000 ton/tahun. Salah satu dari pabrik tersebut pada tahun 2000 memproduksi MNT sebesar 34.400 ton/tahun. Pada tahun 2003 sebuah pabrik di Italia memproduksi MNT sebesar 49.200 ton/tahun.

(<http://ecb.jrc.ec.europa.eu>)

Dengan memperhatikan pertimbangan kapasitas perancangan minimum dan kebutuhan impor MNT di Indonesia maka dapat ditentukan kapasitas pabrik MNT yang akan berdiri tahun 2015 sebesar 30.000 ton/tahun. Kapasitas yang direncanakan ini diharapkan dapat memenuhi kebutuhan dalam negeri dan meninjau kapasitas pabrik MNT diluar negeri yang cukup besar, maka selebihnya produk dapat diekspor ke luar negeri.

1.3 Pemilihan Lokasi Pabrik

Pemilihan lokasi pada sebuah pabrik merupakan salah satu faktor yang paling penting untuk keberhasilan dan kelangsungan pabrik tersebut. Lokasi yang dipilih untuk mendirikan pabrik MNT ini direncanakan terletak

di daerah Cilacap, Jawa Tengah. Ketepatan pemilihan lokasi pabrik sangat menentukan kelangsungan dan perkembangan pabrik secara teknis dan ekonomis di masa mendatang.

Faktor-faktor yang harus dipertimbangkan dalam pemilihan lokasi pabrik antara lain:

1.3.1 Bahan Baku

Sumber bahan baku adalah salah satu faktor terpenting dalam pemilihan lokasi pabrik terlebih dahulu jika bahan yang dikonsumsi dalam jumlah yang besar dan sumber bahan baku yang dekat dengan lokasi pabrik dapat memperkecil biaya transportasi atau pengangkutan bahan. Untuk bahan baku utama pada pabrik MNT ini adalah toluena, asam nitrat, dan asam sulfat. Suplai bahan baku toluena didatangkan dari Pertamina UP. IV Cilacap, Jawa Tengah, sedangkan untuk asam nitrat diperoleh dari PT. Multi Nitrotama Kimia yang berada di Cikampek dan bahan asam sulfat dapat diperoleh dari PT. Petrokimia Gresik dan untuk Natrium hidroksida diperoleh dari PT. Soda Waru Surabaya.

1.3.2 Transportasi dan Pemasaran

Transportasi dan pemasaran merupakan salah satu faktor yang berpengaruh terhadap pemilihan lokasi pabrik, yang meliputi pengangkutan bahan baku, bahan bakar, dan produk yang dihasilkan. Untuk itu, lokasi pabrik harus berada di daerah yang mudah dijangkau oleh kendaraan-kendaraan besar, misalnya dekat dengan jalan raya yang menghubungkan kota-kota besar, dekat dengan jalur kereta api dan dekat dengan pelabuhan (Tanjung Intan Cilacap), sehingga pemasaran produk sebagai komoditi ekspor tidak mengalami kesulitan.

1.3.3 Tenaga Kerja

Tenaga kerja merupakan faktor yang berpengaruh dalam pemilihan lokasi pabrik. Karena pendirian pabrik terletak di Pulau Jawa maka tenaga kerja yang tersedia lebih dari cukup.

1.3.4 Utilitas

Energi merupakan faktor yang penting dalam pengoperasian sebuah pabrik. Utilitas yang utama adalah air, *steam*, bahan bakar, dan listrik. Lokasi pabrik harus sebisa mungkin menekan biaya pengadaan energi, misalnya dekat dengan sumber bahan bakar dan sumber listrik. Kebutuhan listrik dapat memanfaatkan listrik PLN yang sudah masuk ke lokasi pabrik dan sarana lain seperti air.

1.4 Tinjauan Pustaka

1.4.1. Macam-macam Proses

Pada dasarnya ada tiga proses untuk memproduksi MNT, yaitu:

1. Nitrase toluena dengan asam campuran dengan proses kontinyu.

Pada dasarnya proses kontinyu sama dengan proses *batch*, namun ada beberapa hal yang membedakan antara lain:

- a. Volume reaktor yang digunakan untuk proses kontinyu lebih kecil.

Konsentrasi HNO_3 untuk penitrasi lebih rendah. Pada proses *batch* konsentrasi HNO_3 sebesar 27-32%, sedangkan untuk proses kontinyu konsentrasi HNO_3 yaitu 20-26%.

- b. Kecepatan reaksi lebih tinggi. Hal ini karena ukuran reaktor lebih kecil sehingga pengadukan lebih efisien.

- c. Penggunaan *nitrating agent*, dengan salah satu komponen dari penitrasi tersebut adalah H_2SO_4 yang merupakan asam yang sangat korosif. Perlu unit rekonsentrasi H_2SO_4 sehingga dapat diperkirakan biayanya tinggi.

(Kirk Othmer, 1996)

2. Nitration toluene and acid mixture with *batch* process.

Tahapan-tahapan proses *batch* sebagai berikut:

- a. Pada proses ini asam campuran yang digunakan terdiri atas 56-60% H_2SO_4 , 27-32% HNO_3 , dan 8-17% H_2O .
- b. Toluene is introduced into the nitrator and cooled until the temperature is 25°C .
- c. The acid mixture is added gradually to the surface of toluene and the reaction temperature of the mixture is maintained at 25°C .
- d. After all the acid mixture is added, the temperature is raised gradually until the temperature is $35-40^\circ\text{C}$.
- e. The product from the nitrator is separated in a separator.
- f. The product MNT is neutralized with NaOH .
- g. For purification, distillation is carried out. *Yield* is obtained around 96%.
- h. The reaction time for *batch* is around 2 hours.
- i. The disadvantage of the *batch* process is that the process takes more time and the equipment is larger, so it is not economically advantageous.

(Kirk Othmer, 1996)

3. Nitration toluene with nitric acid continuous process

- a. In this process, the acid mixture is used as the nitrating agent, depending on the nitric acid.

Prarancangan Pabrik Mononitrotoluena
dari Toluena dan Asam Campuran Dengan Proses Kontinyu
Kapasitas 30.000 Ton/Tahun

Pendahuluan

- b. Proses ini kurang menguntungkan karena dibutuhkan asam nitrat yang berlebihan untuk menghasilkan MNT dalam jumlah yang sama.
- c. Proses ini membutuhkan bahan baku yang banyak sehingga ukuran alat yang dibutuhkan jauh lebih besar. Dilihat dari segi ekonomi kurang menguntungkan.

(Kirk Othmer, 1996)

Tabel 1.2 Perbandingan Proses Pembuatan MNT

No	Pertimbangan	Nitrasi toluena dan asam campuran dengan proses kontinyu	Nitrasi toluena dan asam campuran dengan proses <i>batch</i>	Nitrasi toluena dan asam nitrat dengan proses kontinyu
1.	Bahan baku	Toluena, asam sulfat, dan asam nitrat	Toluena, asam sulfat, dan asam nitrat	Toluena, dan asam nitrat
2.	Konsentrasi asam nitrat	20-26 %	28-32 %	Lebih banyak
3.	Ukuran alat	Lebih kecil	Besar	Besar
4.	Kecepatan reaksi	Cepat	Lama	Lama
5.	Kekurangan lain	<ul style="list-style-type: none"> • Penggunaan nitrating agent yang sangat korosif • Dibutuhkan unit rekonsentrasi asam nitrat, sehingga biaya mahal 		Membutuhkan bahan baku lebih banyak
6.	Kelebihan	Kecepatan reaksi lebih tinggi	Pengaturan waktu lebih mudah	-

Dari beberapa proses pembuatan MNT maka dipilih prarancangan proses nitration dari toluen dan asam campuran dengan proses kontinyu, berdasarkan:

- a. Hasil yield lebih tinggi karena yield yang dihasilkan sebesar 98%.
- b. H_2SO_4 merupakan asam kuat yang berfungsi sebagai media asam sehingga HNO_3 lebih mudah melepaskan ion nitrit (NO_2^+)
- c. H_2SO_4 merupakan *dehydrator* yang baik, sehingga air yang terbentuk tidak akan mempengaruhi kecepatan reaksi.
- d. Biaya produksi lebih rendah, tenaga kerja lebih sedikit.
- e. Ukuran alat lebih kecil dibandingkan proses batch dan proses yang menggunakan asam nitrat saja.
- f. Faktor keamanan lebih baik, reaksi lebih cepat karena pengadukan yang efektif.

(Kirk Othmer, 1996)

1.4.2. Kegunaan Produk

MNT dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku pembuatan zat warna sintetik, untuk pembuatan busa *polyurethane* yang merupakan bahan isolasi refrigerator dan bahan dalam pembuatan TNT.

(<http://www.josefmeissner.de>)

1.4.3. Sifat Fisika dan Sifat Kimia Bahan Baku dan Produk

A. Bahan Baku

1. Toluena

- a. Sifat-sifat fisis

Rumus molekul : $\text{C}_6\text{H}_5\text{CH}_3 (\text{C}_7\text{H}_8)$

Berat molekul : 92,141 g/mol

Prarancangan Pabrik Mononitrotoluena
dari Toluena dan Asam Campuran Dengan Proses Kontinyu
Kapasitas 30.000 Ton/Tahun

Pendahuluan

Bentuk	: cair
Titik didih	: 110,63 °C
Titik beku	: -94,97 °C
Densitas	: 0,8665 g/ml
Suhu kritis	: 318,65 °C
Tekanan kritis	: 41,8 atm

b. Sifat-sifat kimia

- Toluena bereaksi dengan asam nitrat membentuk MNT.

(Kirk Othmer, 1997)

2. Asam Nitrat

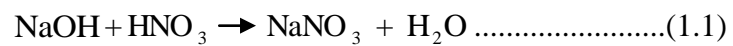
a. Sifat-sifat fisis:

Rumus molekul	: HNO_3
Berat molekul	: 63,0129 g/mol
Bentuk	: cair
Warna	: putih
Titik didih	: 86 °C pada 1 atm
Titik beku	: - 42 °C pada 1 atm
Densitas	: 1,502 g/ml

b. Sifat-sifat kimia

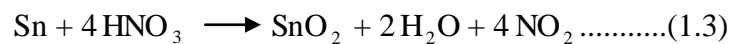
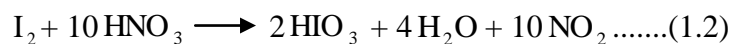
- Merupakan asam monobasik kuat.
- Asam nitrat dapat bereaksi dengan semua logam kecuali emas, iridium, platinum, rhodium, tantalum dan titanium.
- Asam nitrat merupakan pengionisasi yang kuat

Reaksi yang terjadi:

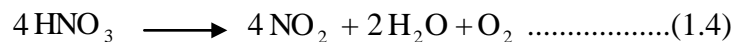


- Asam nitrat merupakan pengoksidasi yang kuat

Reaksi yang terjadi:



- Asam nitrat tidak stabil terhadap panas dan bisa terurai sebagai berikut:



(Kirk Othmer,1996)

B. Bahan Pembantu

1. Asam Sulfat

a. Sifat-sifat fisis

Rumus Molekul : H_2SO_4

Berat Molekul : 98 g/gmol

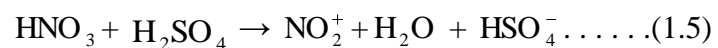
Prarancangan Pabrik Mononitrotoluena
dari Toluena dan Asam Campuran Dengan Proses Kontinyu
Kapasitas 30.000 Ton/Tahun

Pendahuluan

Bentuk	: cair
Titik Didih	: 340°C
Titik Leleh	: 10,35°C
Densitas	: 1,841 g/cm ³
Suhu kritis	: 652°C
Tekanan kritis	: 63,16 atm

b. Sifat-sifat kimia

- H_2SO_4 bereaksi dengan HNO_3 membentuk ion nitronium yang sangat penting dalam suatu reaksi nitration.



- Mempunyai daya tarik yang besar terhadap air dan membentuk senyawa-senyawa hidrat seperti $\text{H}_2\text{SO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ dan $\text{H}_2\text{SO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$.
- Dalam reaksi nitration, sifat asam sulfat ini mencegah HNO_3 membentuk hydrogen dan ion nitrat dan hanya membentuk ion nitronium.

(Kirk Othmer, 1997)

C. Produk

1. MNT

a. Sifat-sifat fisika

Rumus kimia : $\text{C}_6\text{H}_4\text{CH}_3\text{NO}_2$

Prarancangan Pabrik Mononitrotoluena
dari Toluena dan Asam Campuran Dengan Proses Kontinyu
Kapasitas 30.000 Ton/Tahun

Pendahuluan

Berat molekul	: 137,138 g/mol
Bentuk	: Cairan
Titik didih	: 231,85 °C
Titik lebur	: 16,05 °C
Densitas	: 1,286 g/ml
Suhu kritis	: 462,85 °C

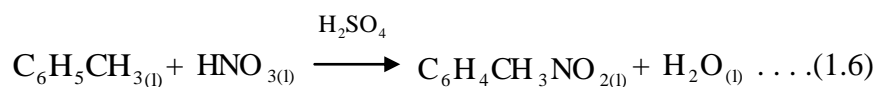
b. Sifat-sifat kimia

- Dapat dioksidasi menjadi *m*-nitrobenzoic acid dengan asam kromat dalam larutan alkali.

(Kirk Othmer, 1996)

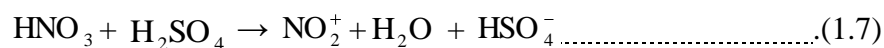
1.4.4. Tinjauan Proses secara Umum

MNT dibuat dengan mereaksikan toluena dengan asam nitrat (HNO_3). Reaksi ini merupakan reaksi nitrasi dimana satu atau lebih gugus nitro ($-\text{NO}_2$) ditempatkan ke dalam molekul yang direaksikan. Gugusan nitro diikat oleh karbon menjadi bentuk nitroaromatik.



Sistem asam nitrat-asam sulfat, biasa dikenal sebagai asam campuran, adalah media untuk menitrasi yang sangat penting, adanya asam sulfat memberikan pengaruh pada ionisasi asam nitrat menjadi ion nitril (NO_2^+).

Ionisasi asam nitrat adalah sebagai berikut:



(Kirk Othmer, 1996)